

武山铜矿床的地质特征及成因

王忠玲

(江西省地矿局赣西北大队)

概述了武山铜矿床的地质特征。按矿体的空间分布、控矿因素、矿体特征,矿区可分为南、北两个矿带、三种矿体。通过对块状硫化物铜、硫矿体、含铜斑岩型矿体、夕卡岩型铜矿体的控矿因素及矿体特征、矿石类型及结构构造、矿石物质成分及变化规律、硫同位素组成、成矿温度及成矿时代、近矿围岩矿化蚀变等的研究,讨论了矿床的成矿作用。认为武山铜矿床有两个成矿期,北矿带的块状硫化物铜、硫矿体是海西期海底火山喷气—喷溢沉积的块状硫化物型矿床;南矿带的含铜斑岩矿体和含铜夕卡岩矿体是燕山期的产物。武山铜矿床是复成因的矿床。

武山铜矿床是长江中、下游硫、铁、铜、金成矿带中的大型矿床之一。长期以来,相继有同生沉积、同生沉积岩浆期后热液叠加改造、海底火山喷发沉积、海底火山喷发沉积岩浆期后热液叠加改造、岩浆期后热液充填交代等成因观点。笔者通过对矿床地质特征的对比,进一步探讨了武山铜矿床的成因,希望对今后的矿产普查勘探有一定启示。

矿区地质

矿床位于下扬子台陷的西部,瑞昌—彭泽陷褶束的西段,横立山—黄桥向斜东段的北翼。

1. 地层

志留系上统纱帽组,以浅海相的砂岩为主,夹粉砂岩。

泥盆系上统五通组,为滨海相沉积的砂岩夹粉砂岩、含砾石英砂岩,其中有少量的同生结核状黄铁矿。

石炭系中统黄龙组,为浅海相碳酸盐岩建造。其底部为白云质灰岩夹中—酸性火山碎屑熔岩及似层状、透镜状、块状硫化物型矿体;上部为纯灰岩。

二叠—三叠系中统,为连续沉积。除二叠系底部厚0~5米的梁山煤组、上二叠统底部厚0~10米的龙潭煤组、三叠系底部厚8~32米的钙质页岩外,主要为浅海相碳酸盐岩。

第四系为沿江滨湖相沉积物。

2. 构造

矿床位于横立山—黄桥向斜东段的北翼。地层走向北东东,倾向南南东,倾角 $50\sim 70^\circ$ 。断裂构造主要有走向北东东、北东—北北东、北西—北北西三组。断裂力学性质复杂,具长期多次活动的特点。

3. 火成岩

区内岩浆活动频繁,具有多期次、多阶段活动的特点。

海西期有海底火山活动。在中石炭统黄龙组地层中,形成与火山活动直接有关的块状硫化物型矿床及一套火山碎屑—熔岩。火山碎屑—熔岩呈似层状、扁豆状、透镜状,与地层及块状硫化物型矿体均呈整合接触。

燕山期有中酸性浅—超浅成相的岩浆杂岩体侵入。以花岗闪长斑岩为主体,呈岩株状(图1)产出,面积0.6平方公里,总体倾向南东,倾角 $65\sim 85^\circ$ 。闪长岩在花岗闪长斑岩体中呈捕虏体产出,石英闪长玢岩呈脉状切割花岗闪长斑岩体,花岗细晶岩亦为脉岩,切割上述三种岩体。闪斜煌斑岩脉切割所有岩体和矿体。

矿床地质

根据矿体的空间分布、控矿因素、矿体特征,矿区分为南、北两个矿带、3种矿体。北矿带的

块状硫化物铜、硫矿体，赋存于黄龙组地层中。南矿带的含铜斑岩矿体和含铜夕卡岩矿体，产在花岗闪长斑岩、岩体内的围岩捕虏体中及其接触带部位。

1. 控矿因素及矿体特征

块状硫化物铜、硫矿体受地层控制，顺层矿化十分明显。矿体形态简单，呈似层状、透镜状，具沉积成矿的特点。1号矿体位于五通组之上、黄龙组底部。矿体规模大，走向延长达2700余米，其中工业矿体长1600米，倾斜延深达1000米尚未尖灭，厚度较稳定。储量占北矿带的90%以上。黄龙组上部的矿体厚度不稳定，形态复杂，呈不规则的透镜状、囊包状切割地层。

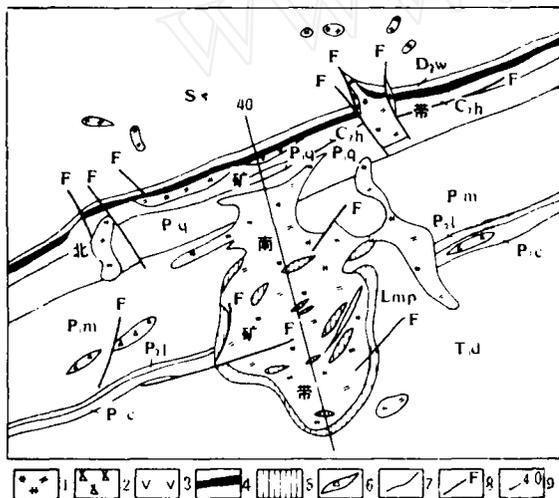


图1 武山铜矿床地质略图

- T_{1d}—三叠系下统大冶组；P_{2c}—二叠系上统长兴组；
P_{2l}—二叠系上统龙潭组；P_{1m}—二叠系下统茅口组；
P_{1q}—二叠系下统栖霞组；C_{1h}—石炭系中统黄龙组；
D_{1w}—泥盆系上统五通组；S_{1s}—志留系上统砂帽组；
Lmp—煌斑岩；1—花岗闪长斑岩；2—石英闪长岩；
3—晶屑凝灰岩；4—褐铁矿；5—含铜夕卡岩；
6—破碎带；7—地质界线；8—断层；9—勘探线号

含铜斑岩型矿体产于花岗闪长斑岩体的上部和边部，受裂隙、节理带控制。矿体多为扁豆状和透镜状，数量少、规模亦小，延伸一般不超过100米。储量不到全区的1%，矿石含铜品位低，工业意义不大。

夕卡岩型铜矿体受花岗闪长斑岩体及其岩体内的灰岩捕虏体、悬垂体控制，在岩体外接触带的灰岩中也有零星分布。矿体厚度变化大、形态复杂，分支复合、膨大缩小屡见不鲜。主矿体沿岩体与二叠—三叠纪的灰岩接触带产出，浅部为不连续的环状，深部为完整环状。岩体内捕虏体、悬垂体与外接触带中的矿体，多呈透镜状、囊包状，延长50~200米，厚3~40米。

2. 矿石类型及结构构造

块状硫化物型铜、硫矿体：矿石类型主要为含铜黄铁矿、含铜碳酸盐，次为含铜高岭土、含铜褐铁矿与黄铁矿矿石，以及少量含铜夕卡岩矿石，以半自形—他形晶粒结构为主，次为他形晶粒、胶状、交代—交代残留结构等。胶状者在含铜黄铁矿、含铜碳酸盐矿石中发育。交代—交代残留结构多出现于夕卡岩矿石中。除含铜夕卡岩矿石外，矿石矿物的粒度较细，黄铁矿的粒径在0.04~0.059 mm者占71.27%。北矿带的含铜矿物粒径一般小于1 mm，比南矿带小一个数量级以上（表1）。

表1

矿带	黄铜矿	辉铜矿、蓝辉铜矿	斑铜矿
北矿带	0.01~0.08	0.01~0.02	0.01~0.10
南矿带	0.20~0.50	0.20	0.10~0.20

含铜斑岩体：矿石类型为含铜花岗闪长斑岩。矿石具浸染状、细脉浸染状构造，自形—半自形晶粒结构，少量交代—交代残留结构。

含铜夕卡岩矿体：矿石类型为含铜夕卡岩。块状构造，自形—半自形晶粒、交代、交代残留结构。

3. 矿石物质成分及变化规律

块状硫化物铜、硫矿体：矿石矿物有黄铜矿、黄铁矿、胶黄铁矿、白铁矿、辉铜矿，少量黝铜矿、砷黝铜矿、蓝辉铜矿、斑铜矿、自然铜、菱铁矿、孔雀石、褐铁矿，微量自然金、自然银、碲银矿等共50余种。脉石矿物有方解石、白云石、石英、硅质、碧玉、火山碎屑物和少量石榴石、透辉石等夕卡岩矿物。黄铁矿是矿床中最普遍的矿物，以1号矿体底部最富集。矿石的主要组份

为铜和硫，伴生元素复杂，其空间富集规律具有地层分带特点（图2）。

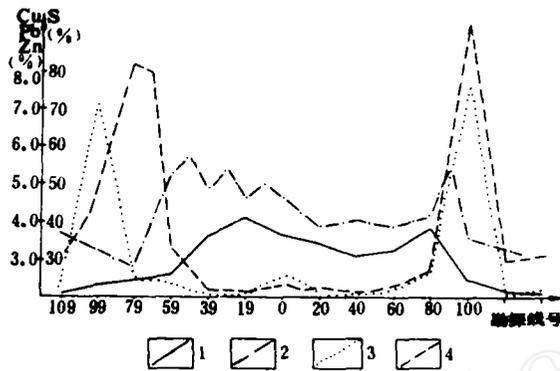


图2 1号铜矿体沿走向品位变化曲线
1—铜品位曲线；2—硫品位曲线；3—铅品位曲线；
4—锌品位曲线

由表2可见，硫品位随着矿体层位由低到高而逐渐降低，铅、锌品位则逐渐增高。矿石的伴生组份较复杂。

块状硫化物铜硫矿体中铜、硫、铅、锌的

矿体	Cu	S	Pb	Zn	在赋存层位中的位置
底部矿体	<0.15	18.82	<0.05	<0.14	黄龙组底部
下部矿体	0.61	10.49	0.05	0.14	" 下部
中部矿体	1.08	8.92	0.23	0.25	" 中部
上部矿体	0.14	8.46	1.93	1.97	" 上部

其中金、银、钴、钨、铅、锌、砷的含量北矿带是南矿带的1~6倍（表3）。

南、北矿带主要伴生组份含量对比表 表3

矿带	Au	Ag	Co	WO ₃	Pb	Zn	As	S
北矿带	0.460	12.000	0.007	0.067	0.180	0.370	0.050	为共生矿产
南矿带	0.270	9.100	0.004	0.032	0.040	0.060	0.028	4.860

含铜斑岩矿体：主要矿石矿物为黄铁矿、黄铜矿和少量斑铜矿、蓝铜矿、辉铜矿等；脉石矿物有长石、石英，少量黑云母、角闪石、叶腊石、高岭土等。

含铜夕卡岩矿体的矿石物质成分与北矿带的同类矿石基本相同。矿化以接触带为中心，铜在正接触带上最富。

4. 硫同位素组成

矿床中的硫同位素，按其特征分为两类。一类是五通组地层中的结核状黄铁矿， $\delta^{34}\text{S}$ 为较大的负值，变化区间大，具有陆源物质沉积形成的特征。另一类 $\delta^{34}\text{S}$ 的均值低，变化范围窄，直方图具塔式特征。不同的是三类矿体的 $\delta^{34}\text{S}$ 均值、变化范围和离散程度，依次从小到大（表4）。

矿床硫同位素组成 表4

矿带	南矿带		北矿带	
	斑岩矿体	含铜夕卡岩矿体	块状硫化物铜、硫矿体	五通组中的结核状黄铁矿
$\delta^{34}\text{S}$ (‰)	-0.1	+0.3	+0.8	-32.2
变化范围(‰)	-0.6~+0.3	-2.1~2.1	-1.9~3.5	-28.1~-37.2
离散程度(‰)	0.9	4.2	5.4	9.1
样品数	6	37	56	3

三类矿体黄铁矿中Co、Ni与Cu、Ag、Bi的含量，在散点图上的位置明显不同（图4）。

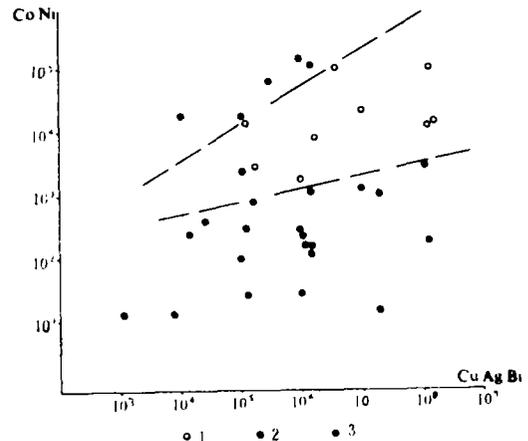


图4 不同矿床黄铁矿中Co Ni - Cu Ag Bi 散点图

1—夕卡岩型矿床；2—斑岩型矿床；3—块状硫化物矿床。

三类矿体中黄铁矿的Co、Ni比值分别为20, 1.3, 3.3。PbZn/CoNi、PbZnCu/CoNi Mo、PbZnAg/CoNi Mo元素对比值呈有规律的变化（表5）。

矿体有关元素对比值 表5

矿床类型	PbZn	PbZnCu	PbZnAg
	Co Ni	Co Ni Mo	Co Ni Mo
含铜斑岩矿体	0.20	2.53	0.01
含铜夕卡岩矿体	4.17	2537	7.93
块状硫化物铜硫矿体	3024	170000	3843

5. 成矿温度及成矿时代

据爆裂法矿物包裹体测温资料, 矿物形成温度的变化范围较大。温度最高的是石榴石 (452 ℃), 最低的是五通组地层中的结核状黄铁矿 (130 ~ 150 ℃)。各种矿物在不同的地质条件下形成的平均温度见表 6。由表 6 可见, 生成温度最高的是含铜斑岩矿体, 其次是含铜夕卡岩矿体; 块状硫化物铜、硫矿体最低。

表 6 各类矿体中的矿物生成温度 (℃)

矿物	南矿带		北矿带	
	含铜斑岩矿体	含铜夕卡岩矿体	块状硫化物铜硫矿体	五通组地层中的结核状黄铁矿
石榴石		452		
中粗粒黄铁矿	390	370	350~330	
细粒黄铁矿	310	310	290	130~150
黄铜矿		318	300	
闪锌矿		285	265	
方铅矿			258	
胶状黄铁矿			200~210	
白铁矿			"	
石英		350	330	

北矿带晶屑熔岩中六方双锥石英的放射性裂变迹年龄为 345 ± 37 百万年, 代表了中石炭世海相熔岩喷溢活动期。这种晶屑熔岩夹于块状硫化物铜、硫矿体中, 与矿体呈整合接触关系。块状硫化物铜、硫矿体应属海西期的产物。

南矿带的花岗闪长斑岩, 钾—氩法同位素年龄值为 144~155 百万年。含铜斑岩矿体和含铜夕卡岩矿体, 分别是其岩浆晚期和岩浆期后热液充填交代的结果。故认为南矿带的成矿时代应属燕山期。

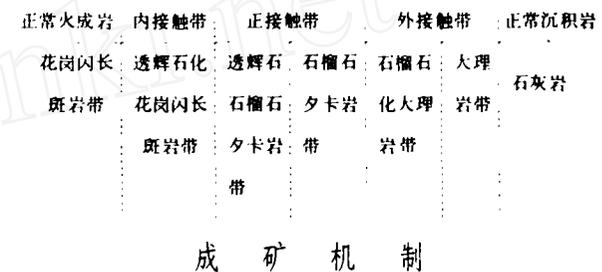
6. 近矿围岩蚀变

块状硫化物铜、硫矿体的围岩蚀变具有明显的不对称性。矿体底板的含砾石英砂岩、砂岩中, 浸染状、细脉浸染状黄铜矿、黄铁矿发育, 局部形成规模小、连续性差、分布零星的铜矿体, 围岩具强烈的硅化、绢英岩化, 矿物重结晶明显, 发育石英细脉; 岩石颜色变浅、质硬。而矿体顶板的灰岩, 除花岗斑岩附近见大理岩化和夕卡岩

化外, 无矿化蚀变现象。

含铜斑岩矿体的围岩蚀变具有面型特征, 有黄铜矿化、黄铁矿化、钾化、硅化、绢云母化等。在花岗闪长斑岩体的边部及顶部埋深 100 米以下的部分, 含铜量一般为 0.05~0.1%。黄铜矿化强的部位构成含铜斑岩矿体。矿化蚀变向岩体内部逐渐变弱, 直至消失。

含铜夕卡岩矿体的围岩蚀变以接触带为中心, 向两侧对称性地依次变弱。其蚀变种类及分带性如下:



1. 成矿的物质来源

三类矿体中的硫同位素 $\delta^{34}\text{S}$ 的均值低, 变化范围窄, 接近陨硫石的 $\delta^{34}\text{S}$; 矿石中的 Co/Ni 均大于 1, 表明成矿物质来源于地壳的深部或上地幔。泥盆系上统五通组地层中的结核状黄铁矿, $\delta^{34}\text{S}$ 为较大的负值, 变化区间大, 显示成矿物质来源于陆源。

2. 成矿作用的讨论

(1) 海西期的成矿作用: 块状硫化物型矿体与中石炭统黄龙组地层成整合关系, 矿石的结构构造具有沉积特征, 表明矿体与赋矿地层是同时形成的。矿体中有火山碎屑—熔岩和较多的碧玉、硅质条带, 显示成矿时有火山活动。火山活动以气液喷发为主, 间有喷溢, 与此同时的成矿作用形成了北矿带的块状硫化物型矿床。

火山活动早期, 从气液喷发开始, 含矿的气液进入海水迅速冷却, 沉积了 1 号矿体底部的黄铁矿矿石。随后, 火山暂短的喷溢, 形成了一层火山碎屑—熔岩。接着地壳震动, 伴有升、降运动, 已生成的黄铁矿矿石和火山碎屑—熔岩被震碎, 沿海底斜坡流动, 形成具同生角砾状—流动状构造的矿石。除 1 号矿体外, 其他矿体中未见火山碎屑—熔岩; 矿石多具明显的层纹状—条带

状构造,表明1号矿体生成后,火山活动转入了单一的气液喷发。

块状硫化物型矿体中的元素分带现象,除与火山活动各阶段的喷发物质和沉积的物化条件有关外,元素的地球化学性质也至关重要。Fe的活泼性最差,易于在成矿的早期沉淀;Cu的活泼性介于Fe与Pb、Zn之间,易于在成矿的中期沉淀;Pb、Zn最活泼,在溶液中长时间游离,可运移到离火山活动中心比较远的地方,在成矿的晚期沉淀。

在成矿过程中,成矿流体进入海水后,与海底的岩石、海水及溶于海水的物质广泛接触,冷却迅速,沉淀快。块状硫化物型矿体的硫同位素分馏程度最高, $\delta^{34}\text{S}$ 值与陨石相比,偏离相对较大,离散程度高,变化范围大,成矿温度最低,矿物颗粒最细。

成矿的流体沿火山通道进入海水的同时,沿着通道旁侧岩石中的裂隙、节理及层间扩散,充填交代,在矿体底板的岩石中形成较强的矿化蚀变现象。矿体的上覆岩石,在沉积成矿的阶段尚未形成,也就不可能有与成矿同时的矿化蚀变现象。这就是块状硫化物型矿体近矿围岩矿化蚀变不对称分布的原因。

块状硫化物型矿体生成后,在中三叠世末,强烈的区域性印支运动,使矿体与地层同时发生褶皱,背斜轴部相对隆起,经长期的风化剥蚀作用,矿体及其上覆的地层被剥掉;向斜轴部相对下陷,矿体下沉深处,被上覆地层掩盖,不易发现,褶皱的翼部是出露这类矿体最理想的部位。

(2) 燕山期成矿作用:伴随燕山运动,以花岗闪长岩为主的杂岩体侵入,围岩受热变质,形成大理岩化。岩浆晚期含矿热液在岩体的边部、顶部裂隙、节理进行充填交代,形成斑岩铜矿床及其近矿围岩的矿化蚀变。这种含矿热液温度高,仅与来自同源的花岗闪长斑岩接触,同位素分馏程度差,混染程度低。故在三类矿体中,含铜斑岩矿体的 $\delta^{34}\text{S}$ 值最低,离散程度最小,成矿温度最高,矿物颗粒较大。岩浆期后的含矿热液沿岩体的接触带及岩体内灰岩捕虏体、悬垂体充填交代形成夕卡岩及夕卡岩型铜矿体。岩浆期后

热液的温度可能介于岩浆晚期热液与火山喷发的海底成矿的热流体之间,只与灰岩、花岗闪长岩接触,故夕卡岩型铜矿床的成矿温度、矿物的粒度、硫同位素的均值及离散程度都介于含铜斑岩矿体与块状硫化物型铜硫矿体之间。

花岗闪长斑岩体侵入及其热液成矿的同时,对块状硫化物型铜硫矿床进行了叠加改造。地表可见岩体切割由块状硫化物铜、硫矿体淋滤形成的铁帽;黄龙组的上部形成一些零星的切层矿体;靠近岩体的部分,矿体变厚,围岩出现大理岩化、夕卡岩化,含铜黄铁矿与含铜碳酸盐矿石被改造成夕卡岩型矿石。这种矿石具明显的交代残留结构,含有较多的块状含铜黄铁矿,由于热液成矿的叠加,矿石品位变富。

结 论

综上所述,块状硫化物铜、硫矿体,含铜斑岩矿体和含铜夕卡岩矿体的硫同位素组成基本相同,黄铁矿中的Co/Ni值均 >1 ,表明成矿物质同来源于地壳深部或上地幔。三类矿体的控矿因素、矿体特征、矿石类型、物质成分、富集规律,一些元素的对比值及围岩的矿化蚀变等都有差别,这是成矿期、成矿阶段、成矿方式、成矿的物理化学条件不同的反映和结果。

武山铜矿床有海西和燕山两个成矿期。燕山成矿期分为岩浆晚期热液成矿与岩浆期后热液成矿两个阶段。

北矿带的块状硫化物铜硫矿体是海西期海底火山喷气——喷溢沉积的块状硫化物型矿床。燕山期以花岗闪长斑岩为主的杂岩体侵入及其成矿作用,使其局部遭受改造和叠加。

南矿带的含铜斑岩矿体和含铜夕卡岩矿体是燕山期的产物。燕山期侵入的以花岗闪长斑岩为主的杂岩体,其岩浆晚期热液在岩体的顶部、边部裂隙、节理充填交代形成了斑岩型铜矿床;其岩浆期后热液沿岩体接触带及岩体内的围岩捕虏体、悬垂体充填交代形成了夕卡岩型铜矿床。

武山铜矿床是复成因的矿床。

文中资料是集体劳动成果。文蒙张乃堂、郭文正工程师审阅,附图由王柏香、陈静英、张赛

1989年我国将举办 “国际金矿地质与勘探学术讨论会 (ISGGE)”

组织委员会首次会议在沈阳召开

经国家科委批准,我国将举办1989年“国际金矿地质与勘探学术讨论会 (ISGGE)。”这是在中国举办的金矿地质方面的首次国际学术会议,是中国金属学会在金矿地质学术领域中的一次重要活动。会议的主要内容是:交流金矿成矿理论、区域成矿规律和预测、找矿与勘探的手段和方法、矿山地质工作四个方面的新成果。通过这次国际学术交流,籍以推动我国黄金事业的发展,提高金矿地质与勘探的工作水平,活跃学术思想,学习国外先进经验。

学术讨论会的组织委员会第一次会议是1987年5月5~6日在沈阳召开的。组委会主席关广岳、副主席蒋志主持了这次会议。委员王继伦、王锡友、王雪曼、林丛焕、李质毅等和正副秘书长朱奉三、朱仕文、杨连生、金成冰等出席了会议。

组委会秘书长朱奉三在会上汇报了“国际金矿地质

与勘探学术讨论会”的筹备情况;会议决定成立学术委员会负责本次会议学术论文的征集和审核等工作。目前已收到学术论文摘要百余篇。学术委员会由黄金、冶金地质、地矿、科学院、核工业和大专院校系统中的有关专家、学者组成。

1989年学术讨论会包括学术交流和野外考察两项内容。会议安排了两条野外金矿考察路线。将出版中英文会议论文和摘要集,野外地质考察路线指南,展出典型金矿床的岩、矿石标本、薄片和图件。

现在已收到国外若干学术组织和企事业单位要求参加和赞助。届时将有国内外金矿地质专家莅临。

会议工作语言是汉语和英语。

1989年学术讨论会初拟当年6月至7月召开。目前组委会正满怀信心、团结一致地积极工作着。

【本刊通讯员】

英同志清绘, 顺此致谢。

研究所刊, 1983, 第4卷, 第2号

参 考 文 献

[1] 周维康、陈三源等: 中国地质科学院南京地质矿产

[2] 顾连兴: 桂林冶金地质学院院报, 1984, 第4期

[3] 顾连兴、徐克勤: 矿床地质, 1986, 第5卷, 第2期

A Discussion on Geological Feature and Genesis of the Wushan Copper Deposit Wang Zhongling

(Northwest Jiangxi Geological Party, Bureau of Geology and Mineral Resources)

Abstract

The regional geological feature and mineral deposit geology of the Wushan copper deposit are described in this paper. The whole mining district may be divided into a north and a south ore belt, based upon the spacial distribution and geological features of ore bodies and ore-controlling factors. Three types of copper ore bodies (massive sulfide, porphyry and skarn types) are occurred. These ore bodies were investigated in detail respectively in following respects: ore controlling factor and geological feature, type, structure and texture of ores, mineral composition and its variation, sulfur isotope composition, metallogenetic temperature and epoch, and mineralization alteration of neighbouring rocks of orebodies. In this paper metallogenesis of these ore-bodies are also discussed. The author holds that the massive sulfide ore bodies in the north belt are of submarine volcanic exhalative-sedimentary type and were formed in the Hercynian epoch while, the porphyry and skarn types ore bodies in the south belt were produced in the Yenshanian epoch. In general the Wushan copper deposit has a multipl genesis.